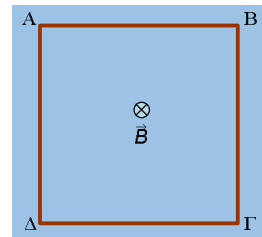


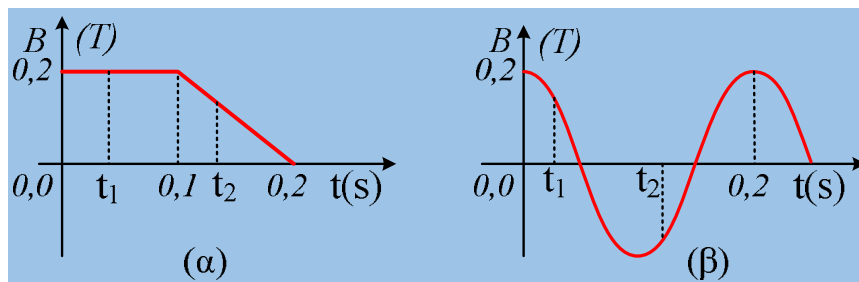
Όταν δεν στρέφεται το πλαίσιο, αλλά...

Ο μαγνήτης

Ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς $a=0,5\text{m}$ και με αντίσταση $R=0,5\Omega$, βρίσκεται μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές, όπως στο διπλανό σχήμα (σε κάτοψη).



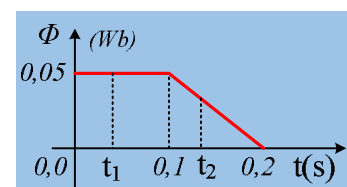
Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις στις ερωτήσεις i) και ii) ως σωστές ή λανθασμένες, δίνοντας σύντομες δικαιολογήσεις.



- i) Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου, μεταβάλλεται όπως στο σχήμα (α), τότε:
- Τη χρονική στιγμή t_1 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Β.
 - Τη χρονική στιγμή t_1 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Β στο Α.
 - Τη χρονική στιγμή t_2 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Β.
 - Τη χρονική στιγμή t_2 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Β στο Α.
- ii) Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου, μεταβάλλεται αρμονικά όπως στο σχήμα (β), τότε:
- Τη χρονική στιγμή t_1 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Β.
 - Τη χρονική στιγμή t_1 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Β στο Α.
 - Τη χρονική στιγμή t_2 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Β.
 - Τη χρονική στιγμή t_2 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Β στο Α.
- iii) Να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα που θα παραχθεί πάνω στο πλαίσιο στις δυο παραπάνω περιπτώσεις από τη στιγμή μηδέν έως τη στιγμή $0,2\text{s}$.

Απάντηση:

- i) Το εμβαδόν του πλαισίου είναι $A=a^2=0,25\text{m}^2$, οπότε θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει φορά προς τα μέσα, η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο $\Phi=B\cdot A$, θα έχει την ίδια μορφή με την αντίστοιχη της έντασης B, όπως φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.



Με βάση το διάγραμμα, από $0-0,1\text{s}$ η ροή παραμένει σταθερή, οπότε δεν έχουμε φαινόμενα επαγωγής. Αντίθετα από $0,1\text{s}-0,2\text{s}$ η κλίση της γραφικής παράστασης είναι σταθερή, οπότε αναπτύσσεται στο πλαίσιο μια σταθερή ΗΕΔ από επαγωγή, με τιμή:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{0-0,05}{0,1-0} V = 0,5V$$

Οπότε το πλαίσιο θα διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης με τιμή:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0,5}{0,5} A = 1A$$

Με φορά όπως στο σχήμα. Γιατί; Γιατί στο παραπάνω χρονικό διάστημα η ένταση του μαγνητικού πεδίου μειώνεται, οπότε με βάση τον κανόνα του lenz, το επαγωγικό ρεύμα, θα έχει τέτοια φορά που να αντιτίθεται στη μείωση αυτή, δημιουργώντας ένα δεύτερο μαγνητικό πεδίο με ένταση $B_{επ}$ της ίδιας κατεύθυνσης.

Με βάση αυτά η μόνη σωστή πρόταση είναι η γ)

γ) Τη χρονική στιγμή t_2 το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Β.

- ii) Με την ίδια λογική, η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, θα μεταβάλλεται επίσης αρμονικά (συνημιτονοειδώς) με το χρόνο, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά τότε αναπτύσσεται διαρκώς ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο (εναλλασσόμενη τάση) την μορφής:

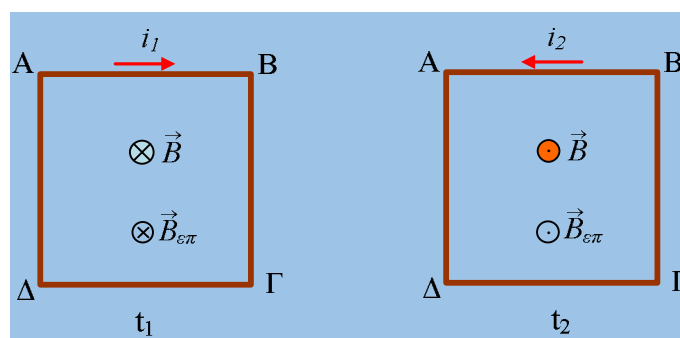
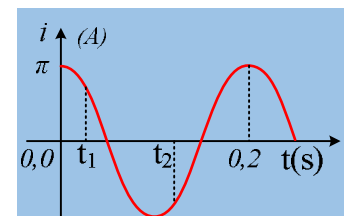
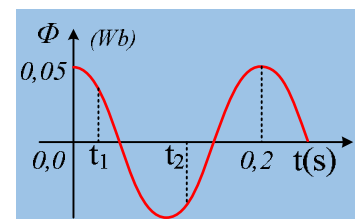
$$v = V \cdot \eta \mu \omega t$$

όπου $\omega = 2\pi/T = 2\pi/0,2 = 10\pi$ (rad/s) και $V = BA\omega = \Phi_{\max} \cdot \omega = 0,05 \cdot 10\pi V = 0,5\pi V$.

Το αποτέλεσμα είναι το πλαίσιο να διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα η ένταση του οποίου μεταβάλλεται ημιτονοειδώς (όπως και η τάση), με εξίσωση:

$$i = \frac{v \cdot \eta \mu \omega t}{R} = \frac{0,5\pi \cdot \eta \mu(10\pi t)}{0,5} A = 3,14 \cdot \eta \mu(10\pi t) \quad (S.I.)$$

Εξάλλου εφαρμόζοντας ξανά τον κανόνα του Lenz, βρίσκουμε όπως και παραπάνω, για τη στιγμή t_1 όπου η ένταση μειώνεται, το ρεύμα έχει φορά από το Α στο Β για να δημιουργηθεί ένταση μαγνητικού πεδίου με φορά προς τα μέσα, ενώ τη στιγμή t_2 , η ένταση του πεδίου έχει φορά προς τα έξω και το μέτρο της επίσης μειώνεται, οπότε το επαγωγικό ρεύμα θα δημιουργήσει ένταση μαγνητικού πεδίου, επίσης προς τα έξω, συνεπώς η ένταση του ρεύματος πρέπει να έχει φορά από το Β στο Α.



Σημείωση: Τη στιγμή t_1 που η ροή μειώνεται, η κατάσταση είναι ίδια με το i) ερώτημα και έχουμε ένταση

με φορά από το Α στο Β. Αλλά αφού τώρα έχουμε εναλλασσόμενο ρεύμα, τη στιγμή t_2 που η ένταση γίνεται αρνητική, η φορά είναι αντίθετη.

iii) Στην (α) περίπτωση η θερμότητα που παράγεται πάνω στην αντίσταση του πλαισίου είναι ίση:

$$Q_{\sigma} = I^2 \cdot R \cdot \Delta t = I^2 \cdot 0.5 \cdot 0.1 = 0.05 J$$

Αφού έχουμε συνεχές ρεύμα στο χρονικό διάστημα από 0,1s έως 0,2s.

Στην (β) περίπτωση έχουμε ένα εναλλασσόμενο ρεύμα με ενεργό ένταση:

$$I_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} A$$

Οπότε η θερμότητα σε χρόνο μιας περιόδου είναι ίση:

$$Q_{\varepsilon} = I_{\varepsilon\nu}^2 R T = \left(\frac{\pi}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.2 J \approx 0.5 J$$

dmargaris@gmail.com